

# STUDI PEMAMPATAN TANAH TIMBUNAN REKLAMASI PELABUHAN KENDAWANGAN KABUPATEN KETAPANG

oleh

Fery<sup>1)</sup>, Eka Priadi<sup>2)</sup>, Aprianto<sup>2)</sup>

## Abstrak

Penurunan Konsolidasi (*Consolidation Settlement*) adalah perpindahan vertical permukaan tanah sehubungan dengan perubahan volume pada suatu tingkat dalam proses konsolidasi. Penurunan massa tanah dikontrol oleh perubahan tegangan massa tanah, beban struktur diatas tanah dan penurunan muka air tanah. Tanah akan mengalami penurunan atau penyusutan volume jika diberi pembebanan. Penyusutan yang terjadi akan lebih besar pada tanah yang memiliki kandungan air lebih tinggi karena air sebagai pembasah atau pelumas pada partikel tanah akan menghasilkan efek pemadatan yang lebih besar. Penggunaan daya dukung dari perkuatan tanah harus lebih besar dari beban timbunan. Perkuatan tanah dengan menggunakan cerucuk (dolken) dapat divariasikan dengan diameter dan panjang yang berbeda dengan cerucuk existing, dengan menambah jumlah cerucuk, karena dapat menaikkan daya dukung.

**Kata-kata kunci:** Penurunan konsolidasi, daya dukung, cerucuk

## 1. PENDAHULUAN

Berkembangnya suatu daerah diikuti dengan perkembangan sarana dan prasarana penunjang. Salah satu prasarana penunjang tersebut adalah adanya pelabuhan sebagai tempat dimana penyaluran akan kebutuhan untuk pembangunan tersebut berjalan. Ketapang termasuk dalam daerah yang sedang giat-giatnya membangun, hal ini dapat dilihat dari pembangunan dimana – mana. Salah satu pembangunan yang dilaksanakan adalah pembangunan Pelabuhan Kendawangan.

Tanah merupakan salah komponen penting untuk menopang struktur konstruksi, mengingat hampir semua bangunan dibuat diatas atau di bawah permukaan tanah. Istilah tanah dalam ilmu Mekanika Tanah mencakup semua bahan, dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (batu-batu yang besar), jadi menurut ilmu mekanika tanah, tanah bisa dianggap sebagai semua endapan alam yang bersangkutan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap.

Namun yang menjadi permasalahan adalah bahwa di Kalimantan Barat, terdapat lapisan tanah lunak yang cukup tebal dan mengandung mineral organik sebagai hasil pelapukan tumbuh-tumbuhan. Bahkan didaerah tertentu terdapat tanah dengan kadar organik tinggi yang di sebut juga dengan tanah gambut. Tanah lunak ini merupakan partikel mineral yang tidak mempunyai ikatan yang kuat antara partikelnya yang terbentuk karena adanya pelapukan dari batuan. Partikel tanah tersebut berisi ruang kosong yang disebut pori (*void space*) yang berisi air dan udara.

Konsolidasi merupakan suatu proses perubahan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori, proses tersebut berlangsung terus sampai kelebihan tekanan air pori yang di sebabkan oleh kenaikan tegangan total telah benar-benar hilang.

Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) adalah perpindahan vertical permukaan tanah sehubungan dengan

perubahan volume pada suatu tingkat dalam proses konsolidasi. Penurunan massa tanah dikontrol oleh perubahan tegangan massa tanah, beban struktur diatas tanah dan penurunan muka air tanah.

## 2. KONSEP DASAR

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. (Braja M. Das, 1993 ; 1). Material-material yang disebut tanah terdiri dari 3 (tiga) bagian yaitu :

a. Butiran tanah (*soil*), ukuran makroskopis atau mikroskopis.

b. Ruang pori (*void*), merupakan ruang terbuka antara butiran tanah.

c. Air atau air tanah (*water*), yang mengisi pori-pori (air pori) dalam keadaan jenuh atau sebagian jenuh.

Tanah umumnya dapat disebut sebagai kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), atau lempung (*clay*), tergantung pada ukuran partikel paling dominan pada tanah tersebut. Untuk menerangkan tentang tanah berdasarkan ukuran-ukuran partikelnya, beberapa organisasi telah mengembangkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah (*soil-separate-size limit*). Pada tabel 2.1 ditunjukkan batasan-batasan ukuran golongan jenis tanah yang telah dikembangkan oleh Massachusetts Institute of Technology (MIT), dimana sistem MIT ini penting artinya dalam sejarah perkembangan sistem batasan ukuran golongan jenis tanah. Kemudian U.S. Department of Agriculture (USDA), American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) dan oleh U.S. Army Corps of Engineers dan U.S. Bureau of Reclamation yang kemudian menghasilkan apa yang disebut sebagai Unified Soil Classification System (USCS). Pada saat sekarang, Unified Soil Classification System (USCS) telah

1.) Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

2.) Dosen Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

diterima diseluruh dunia. Sistem ini sekarang telah dipakai pula oleh American Society of Testing and Material (ASTM).

Tabel 2.1. Batasan – Batasan Ukuran Golongan Tanah

Nama Golongan	Ukuran Butiran (mm)			
	Kerikil	Pasir	Lanau	Lempung
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	> 2	2 – 0,06	0,06 0,002	< 0,002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	> 2	2 – 0,05	0,05 0,002	< 0,002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76,2 - 2	2 0,075	0,075 0,002	< 0,002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation)	76,2 4,75	4,75 0,075	Halus (yaitu lanau dan lempung) < 0,075	

Sumber : Braja M Das, *Mekanika Tanah*), jilid 1, Erlangga, Jakarta 1998, hal 7.

### 3. METODE PENELITIAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang akan digunakan untuk memungkinkan diperolehnya kebenaran yang obyektif dengan berdasarkan pada fakta-fakta sebagai bukti. Untuk mendapatkan kebenaran tersebut diperlukan suatu metode atau prosedur dalam langkah kegiatan penelitian yang sistematis dan mengikuti konsep ilmiah.

Adapun prosedur yang digunakan dalam penelitian berisikan tentang bahan dan alat yang digunakan, jalan penelitian yang akan menguraikan tahap-tahap pelaksanaan penelitian,

pengumpulan data. Selain itu juga diuraikan bagaimana cara menganalisis dan mengolah hasil penelitian.

Secara umum penelitian ini merupakan studi lapangan menggunakan data bor dalam hasil penelitian di lapangan. Sebagaimana telah dijelaskan dalam tinjauan pustaka pada bab sebelumnya, dalam penelitian ini kapasitas daya dukung ultimit tiang hasil perhitungan akan dihitung berdasarkan data uji lapangan berupa bor dalam dan berdasarkan data sifat fisik dan mekanis tanah dari hasil penelitian di laboratorium.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Deskripsi Tiang

Tiang yang digunakan dalam pekerjaan reklamasi pantai Dermaga Kendawangan ini menggunakan tiang cerucuk (dolken), dengan panjang 3,00 m dan diameter Ø 6 cm. Didapat daya dukung tanah sebagai berikut :

- Metode Langsung (*Direct Cone Method*)

Persamaan yang digunakan adalah :

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_u = q_c \cdot A_p + JHP \cdot K_o$$

Data-data diperoleh berdasarkan table data sondir (titik sondir pada kedalaman 3,00 meter) :

$$q_c = 0,75 \text{ kg/cm}^2$$

$$JHP = 15 \text{ kg/cm}$$

$$\text{Data tiang : } d_h = 6 \text{ cm}$$

$$d_b = 6 \text{ cm}$$

$$d_m = 6 \text{ cm}$$

Maka :

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_b^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (6)^2 = 28,274 \text{ cm}^2$$

$$K_o = \pi \cdot d_m$$

$$= \pi \cdot 6 = 18,85 \text{ cm}$$

$$Q_p = q_c \cdot A_p$$

$$= 0,75 \text{ kg/cm}^2 \cdot 28,274 \text{ cm}^2$$

$$= 21,2055 \text{ kg}$$

$$Q_s = JHP \cdot K_o$$

$$= 15 \text{ kg/cm} \cdot 18,85 \text{ cm}$$

$$= 283,75 \text{ kg}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 21,2055 \text{ kg} + 283,75 \text{ kg}$$

$$= 304,9555 \text{ kg}$$

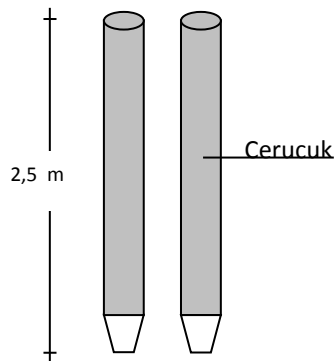
Digunakan faktor keamanan untuk :

$Q_p/3$  dan  $Q_s/5$ , maka  $Q_{all}$  didapat :  $63,59 \text{ kg} = 0,064 \text{ ton}$

Tabel 4.1. Interpretasi daya dukung tiang tunggal dengan diameter Ø6 cm dan panjang 3,00 m.

No Sondir	Kedalaman tiang (L) (cm)	$d_h$ (cm)	$q_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	JHP (kg/cm)	$Q_{ui}$ (Ton)
S. 1	100	6,00	0,50	3,00	0,016
	200	6,00	0,50	8,50	0,037
	300	6,00	0,75	15,00	0,064

Gambar 4.1. Karakteristik Tiang



Dari hasil pengujian laboratorium diperoleh data-data tanah yang disajikan dalam tabel berikut :

- Tanah timbunan

Tabel 4.2. Data pengujian laboratorium tanah timbunan

Parameter yang diteliti	Rata-rata
Kadar Air ( w )	48,23 %
Berat Volume ( $\gamma$ )	1.502 gr/cm <sup>3</sup>

Sumber : *Data Sekunder Hasil Penelitian Di Laboratorium.*

#### b. Analisa Perhitungan Beban Lapangan

Dari data survei dilapangan kedalaman tanah timbunan rata-rata 2,00 hingga 2,10 m. Asumsi beban penumbukan 5 t/m<sup>2</sup>, dan luas area Reklamasi Pantai Kendawangan 30 x 40 m.

Jumlah tiang :

$$40 \text{ m} = \frac{40}{0,5} + 1 = 81 \text{ batang}$$

$$30 \text{ m} = \frac{30}{0,5} + 1 = 61 \text{ batang}$$

Jumlah tiang perluasan 81 x 61 = 4941 batang

Kedalaman tanah timbunan : 2,10 m

$\gamma$  tanah timbunan : 1,502 gr/cm<sup>3</sup>

Beban penumbukan : 5 t/m<sup>2</sup>

Maka beban tanah timbunan : 1,502 gr/cm<sup>3</sup> x 2,10 m = 3,1542 t/m<sup>2</sup>

: 3,1542 + 5 t/m<sup>2</sup> = 8,1542 t/m<sup>2</sup>

Daya dukung tiang Ø6 cm panjang 3,00 m = 0,064 ton

Maka daya dukung pondasi tiang cerucuk = 0,064 x 81 x 61 = 316,22 ton

Daya dukung persatuan luas

$$\frac{316,22}{30 \times 40} = 0,2635 \text{ ton/m}^2$$

Maka untuk penggunaan tiang cerucuk (dolken) panjang 3,00 m dan menggunakan diameter (Ø) 6 cm tidak aman/tidak dianjurkan, karena beban tanah timbunan lebih besar dari daya dukung tanah : 8,1542 t/m<sup>2</sup> >> 0,2635 ton/m<sup>2</sup>.

#### c. Daya Dukung Tanah Dasar

Dari data tanah yang ada, maka dihitung kekuatan tanah dengan menggunakan cerucuk diameter 10 dan 12 cm, panjang 12 m. Data perhitungan daya dukung tanah tersebut terdapat pada lampiran.

Nilai rata-rata untuk cerucuk Φ 10 – 12 cm, panjang 12 m dapat dilihat pada tabel

Depth	q <sub>u</sub> (ton)
3,0	0,00
6,0	0,70
8,0	1,10
10,0	1,65
12,0	2,50

#### d. Perkuatan Tanah Dasar

Kedalaman rata-rata tanah timbunan = 2,10 m

Asumsi tanah timbunan = 1,5 t/m<sup>3</sup>

Beban tanah timbunan = 1,5 t/m<sup>3</sup> x 2,10 m = 3,15 t/m<sup>2</sup>

Beban tambahan = 5,00 t/m<sup>2</sup>

Beban total = 3,15 t/m<sup>2</sup> + 5 t/m<sup>2</sup> = 8,15 t/m<sup>2</sup>

Daya dukung tiang diameter 10 – 12, panjang 12 m = 2,5 ton

Luas Areal Reklamasi = 30 m x 40 m

Jumlah tiang :

$$40 \text{ m} = \frac{40}{0,5} + 1 = 81 \text{ batang}$$

$$30 \text{ m} = \frac{30}{0,5} + 1 = 61 \text{ batang}$$

Jumlah tiang per luasan = 91 x 91 = 4941 batang

Daya dukung pondasi tiang cerucuk = 2,5 x 81 x 61 = 12352,5 ton

Daya dukung per satuan luas

$$= \frac{12352.5}{30 \times 40} = 10.29 \text{ t/m}^2 > 8,15 \text{ t/m}^2 \dots\dots \text{OK!!}$$

Setelah dianalisa dengan penambahan cerucuk dengan diameter 10-12 cm dengan panjang 12 m, dapat menaikkan daya dukung tanah dasar serta dapat mengurangi penurunan tanah timbunan.

## 5. SIMPULAN

Dari perhitungan yang didapat dilapangan dan dari data-data skunder pada pekerjaan Reklamasi Pantai Dermaga Kendawangan ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Perkuatan tanah pada pekerjaan tersebut menggunakan cerucuk (dolken) dengan diameter  $\phi$  6 cm dan panjang 3m, tidak aman digunakan dikarenakan beban tanah timbunan lebih besar dari daya dukung tanah :  $8,1542 \text{ t/m}^2 \gg 0,2635 \text{ ton/m}^2$ .
2. Beban timbunan pada pekerjaan reklamasi pantai Dermaga Kendawangan sebesar  $8,1542 \text{ t/m}^2$ , maka penggunaan daya dukung dari perkuatan tanah harus lebih besar dari beban timbunan tersebut.
3. Dari perhitungan penurunan dengan menggunakan data-data skunder, didapat total penurunan sebesar  $= 928,46 \text{ mm} = 0,92 \text{ m}$ , selama 13 tahun hingga penurunan berakhir. Sedangkan dari hasil survey dilapangan di ukur penurunan dan di dapat penurunan sebesar 30 cm setelah 2 (dua) bulan pekerjaan selesai.

## 6. SARAN

Dari beberapa kesimpulan yang telah dibuat, penulis memberikan beberapa saran yang dapat dilakukan demi perbaikan-perbaikan dan untuk lebih berkembangnya pengetahuan mengenai penurunan (consolidation) perkuatan tiang cerucuk, sebagai akibat pembebanan akibat beban timbunan:

1. Dari perhitungan dan pengukuran dilapangan pada pekerjaan Reklamasi Pantai Dermaga Kendawangan, sebaiknya menggunakan perkuatan tanah dengan menggunakan cerucuk (dolken)  $\phi$ 10-12 cm, dengan panjang 12 m, karena dapat menaikkan daya dukung.
2. Perkuatan tanah dengan menggunakan cerucuk (dolken) dapat divariasikan dengan diameter dan panjang yang berbeda dengan cerucuk existing, dengan menambah jumlah cerucuk dilokasi tersebut, karena dapat menaikkan daya dukung.
3. Penulisan skripsi dengan analisa seperti ini merupakan langkah awal dalam mempelajari penurunan konsolidasi pondasi cerucuk pada tanah lunak. Untuk dapat memperoleh hasil yang lebih baik dan akurat, kiranya dapat dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap efisiensi dalam penggunaan pondasi tersebut untuk kondisi tanah di Kalimantan Barat pada khususnya di Pantai dermaga Kendawangan, diantaranya mencoba pondasi dengan bentuk/type yang berbeda disertai dengan variasi-variasi yang berbeda

## DAFTAR PUSTAKA

**Himpunan Ahli Konstruksi Indonesia** (*Indonesian Society of Civil and Structural Engginers*) **Perancangan Pondasi untuk Gedung di Tanah Lunak**

Herma ST, MT Bahan Ajar – **Mekanika Tanah II**.

Craig, F.H., 1957, **Foundation On Expansive Soil**, Development in Geotechnical

Engineering 12, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.

Das, B.M., 1985, **Mekanika Tanah (prinsip-prinsip rekayasa Geoteknis)**, PWS-KENT Publisher.

Said, 1997, **Studi Pengembangan Tanah Lempung di Kotamadya Pontianak**.

Salvinus Sam, 2001, **Pengaruh Pembebanan Terhadap Kembang Susut Gambut di Kotamadya Pontianak**.

Craig, R.F. **Mekanika Tanah**, 1989, Erlangga, Jakarta.

Smith, M. J. **Mekanika Tanah**, 1984, Erlangga, Jakarta.

Dr,Ir, Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, “**Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi**”, Penerjemah Ir, L, Taulu dkk, Penerbit PT Pradya Paramita, Jakarta.

IR, Shirley LH, “**Geoteknik dan Mekanika Tanah**”, Penerbit Nova.

Departemen Pekerjaan Umum, **Penenganan Tanah EKspansif untuk konstruksi jalan**. Pd. T-10-2005-B.